



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture

ONU
environnement

Programme des Nations Unies
pour l'environnement



Plan d'Action pour la Méditerranée
Convention de Barcelone



État des forêts méditerranéennes 2018



3 Importance des forêts méditerranéennes

Pablo Martín-Ortega, *UPM*
Nicolas Picard, *FAO*
Luis G. García-Montero, *UPM*
Sara del Río, *ULE*
Ángel Penas, *ULE*
Marco Marchetti, *UNIMOL*
Bruno Lasserre, *UNIMOL*
Eray Özdemir, *Ministère des eaux et forêts, Turquie*
Fernando García-Robredo, *UPM*
Cristina Pascual, *UPM*
Carlos Calderón-Guerrero, *UPM*
Iciar Alberdi, *INIA*
Isabel Cañellas, *INIA*
Silvia Guerrero, *INIA*
Laura Hernández, *INIA*
María Martínez-Jauregui, *INIA*
Alfonso San Miguel, *UPM*
Roberto Vallejo, *MAPAMA*
Nicole Sibelet, *CIRAD*
Salvador Rivas-Martínez, *CIF*

Ce chapitre a pour objectif de montrer l'importance des forêts méditerranéennes en termes de ressources forestières. Il abordera les différentes définitions de la «région méditerranéenne» et compilera les statistiques forestières des pays méditerranéens (ainsi que les données agrégées au niveau régional) issues de l'Évaluation des ressources forestières mondiales (FRA) de la FAO. De nombreux pays méditerranéens réalisent un inventaire forestier national (IFN) avec un suivi régulier. Ces statistiques forestières nationales pourraient en théorie être extrapolées pour obtenir une vision à l'échelle régionale. Mais les IFNs ne sont pas suffisamment harmonisés entre les pays, ce qui rend difficile cette construction. Pour obtenir une vision d'ensemble de l'étendue de la couverture forestière à l'échelle régionale, il est en définitive préférable d'utiliser les résultats d'études régionales telle que l'Évaluation des zones arides mondiales de la FAO.

Ce chapitre décrit l'état des forêts méditerranéennes à un instant donné en termes de superficie, volume sur pied, stock de carbone et utilisation des terres. Son analyse est principalement fondée sur la définition des forêts de la FAO, même si d'autres définitions seront également utilisées. Ces différentes définitions sont autant de points de vue qui permettent de produire des statistiques forestières complémentaires.

L'étendue de la région méditerranéenne

Même si chacun partage la même compréhension de ce qu'est le cœur de la région entourant la mer Méditerranée, les limites exactes de la région méditerranéenne dépendent de l'importance donnée aux facteurs géographiques, climatiques, écologiques et politiques qui caractérisent cette région. Tous ces facteurs sont pertinents pour les forêts. Une définition purement politique (par exemple l'ensemble des pays limitrophes de la mer Méditerranée) ou géographique (par exemple le bassin versant de la mer Méditerranée) exclurait de larges zones qui ont un bioclimat méditerranéen (par exemple le Portugal sur

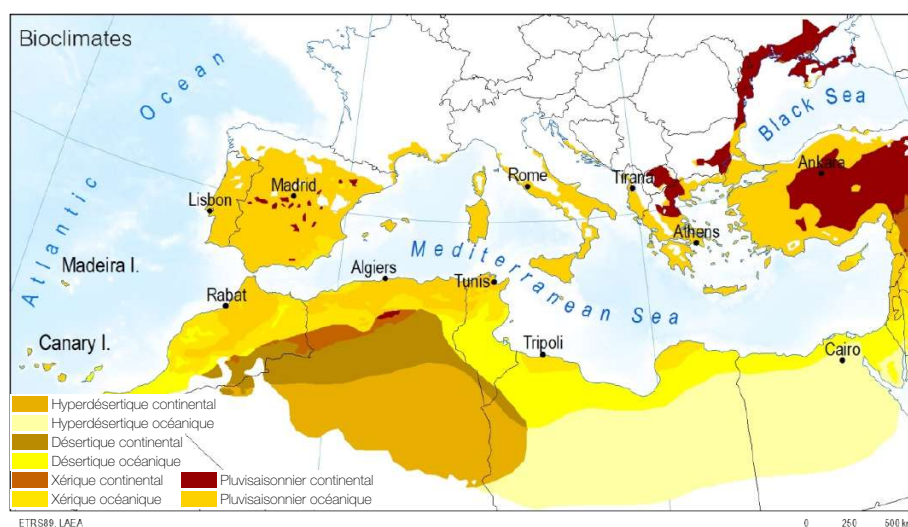


Figure 2.2. Les bioclimats méditerranéens dans la zone d'étude

Source: Rivas-Martínez *et al.* (2011).

la base des deux définitions précédentes) ou, au contraire, inclurait de larges zones qui n'ont pas un bioclimat méditerranéen (par exemple la majeure partie du territoire français sur la base de la définition politique, ou une grande partie des Alpes sur la base de la définition fondée sur le bassin versant).

La biogéographie combine des disciplines telles que la biologie, la climatologie, l'écologie, l'édaphologie, l'évolution et la géologie pour expliquer la distribution des espèces animales et végétales. Les approches biogéographiques pour définir la région méditerranéenne se sont fondées sur des facteurs tels que la végétation, le relief, les sols et surtout les variables climatiques (c'est-à-dire bioclimatiques) qui influencent la croissance et la survie de la végétation (FAO, 1999).

Deux définitions de la région méditerranéenne sont fondées exclusivement sur des variables bioclimatiques. La région est caractérisée par un climat avec des hivers doux et pluvieux et des étés chauds et secs, avec une végétation associée de forêts, de terres boisées et de maquis qui sont caractéristiques, mais encore une fois les limites exactes de la région dépendent de la façon dont les critères climatiques et biotiques sont pris en compte (Quézel, 1982). Par ailleurs, l'altitude et les types de sols sont des critères qui ont peu été pris en compte dans les approches biogéographiques (tableau 2.2). Une des premières tentatives pour délimiter le bioclimat méditerranéen est le diagramme d'Emberger construit avec la moyenne des températures minimales journalières du mois le plus froid (m , en °C) en abscisse et le quotient pluviométrique $Q = 2000P/(M^2 - m^2)$ (où P est le cumul pluviométrique annuel en mm, M la moyenne des températures maximales journalières du mois le plus chaud en K, et m en K) en ordonnée. Ce diagramme s'est avéré efficace (Daget, 1977) et l'UNESCO et FAO (1963) s'en sont inspirés pour établir leur carte bioclimatique de la région méditerranéenne à partir d'une classification des diagrammes ombrothermiques et d'un indice xérothermique (c'est-à-dire un «indice de sécheresse en rapport avec la chaleur»).

Ces approches bioclimatiques ont ensuite été généralisées et étendue à l'échelle globale, en utilisant un ensemble plus vaste de variables bioclimatiques et en utilisant des analyses statistiques multivariées telles que la classification automatique. Rivas-Martínez *et al.* (2011) ont mis au point un système de classification bioclimatique détaillé fondé sur un large ensemble de variables bioclimatiques. Ce système définit cinq macrobioclimats à l'échelle mondiale, y compris un macrobioclimat méditerranéen comportant huit bioclimats.

Le macrobioclimat méditerranéen est l'une des unités typologique les plus grandes du système de classification bioclimatique de Rivas-Martínez *et al.* (2011). Ce macrobioclimat s'applique à toutes les régions extra-tropicales du globe, à toutes les altitudes et à tous les niveaux de continentalité, qui

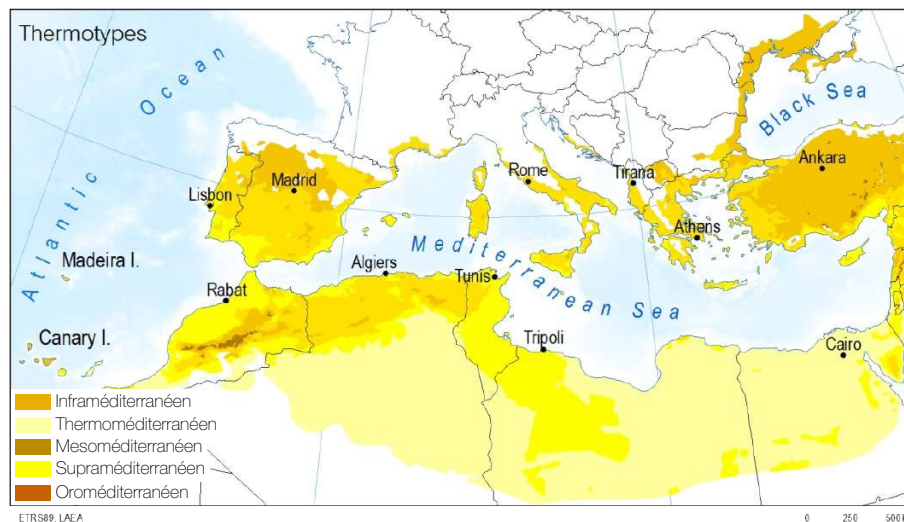


Figure 2.3. Les thermotypes du macrobioclimat méditerranéen dans la zone d'étude

Source: Rivas-Martínez *et al.* (2011).

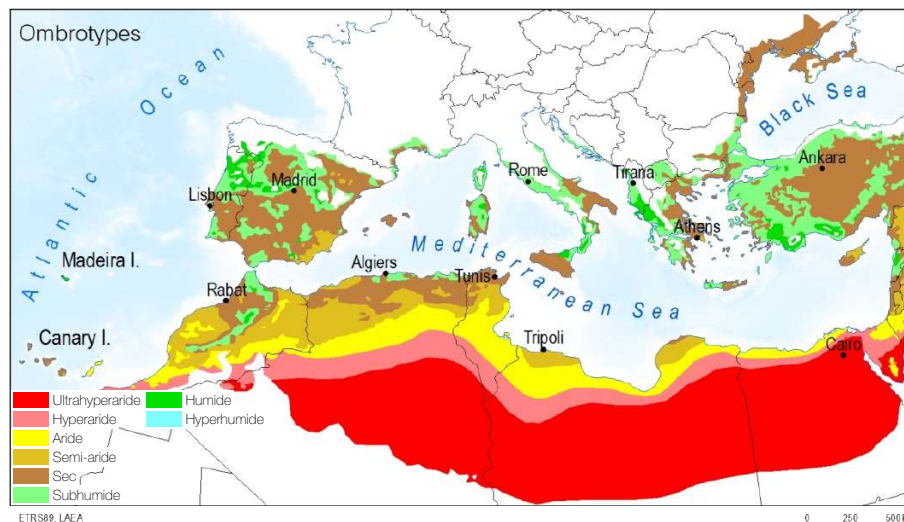


Figure 2.4. Les ombrotypes du macrobioclimat méditerranéen

Source: Rivas-Martínez *et al.* (2011).

appartiennent aux zones subtropicales et eutempérées (entre 23° et 52°N et S), avec au moins deux mois arides consécutifs pendant la période la plus chaude de l'année, et où la valeur en millimètres des précipitations moyennes des deux mois les plus chauds de l'été Ps_2 est inférieure au double de la valeur en degrés centigrades de la température moyenne des deux mois les plus chauds de l'été Ts_2 ($Ps_2 < 2Ts_2$).

Le macrobioclimat méditerranéen se compose de huit bioclimats: hyperdésertique-océanique (26.8 pour cent), pluvisaisonnier-océanique (24.9 pour cent), hyperdésertique-continentale (12.9 pour cent), désertique-océanique (11.8 pour cent), pluvisaisonnier-continentale (8.12 pour cent), désertique-continentale (6.96 pour cent) et xérique-continentale (1.75 pour cent) (figure 2.2). Les forêts ne peuvent pas pousser dans les bioclimats désertiques-océaniques, désertiques-continentaux, hyperdésertiques-océaniques ou hyperdésertiques-continentaux.

Un «thermotype» correspond à une catégorie thermique de climat, prenant en compte différents paramètres de température et des indices tels que l'indice de thermicité (It), l'indice de thermicité compensée (Itc) et la température annuelle positive (Tp). Afin de rendre compte des variations de climat et de végétation à l'échelle régionale, un gradient en altitude ou en latitude de thermotypes (les thermostades) est reconnu dans chacun des macrobioclimats, y compris le bioclimat méditerranéen (figure 2.3).

Tableau 2.1. Stades bioclimatiques correspondant aux combinaisons de thermotypes et d'ombrotypes où les forêts peuvent pousser

Thermotype	Ombrotype								
	Uha	Ha	A	Sa	D	Sh	H	Hh	Uhu
Inframéditerranéen	-	-	-	●	●	-	-	-	-
Thermoméditerranéen	-	-	-	-	●	●	-	-	-
Mesoméditerranéen	-	-	-	-	●	●	●	-	-
Supraméditerranéen	-	-	-	-	●	●	●	●	-
Oroméditerranéen	-	-	-	-	-	-	●	●	-
Crioroméditerranéen	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Note: Uha = ultrahyperaride; Ha = hyperaride; A = aride; Sa = semi-aride; D = sec; Sh = subhumide; H = humide; Hh = hyperhumide; Uhu = ultrahyperhumide.

Source: Données des auteurs.

Les «ombrotypes» sont des catégories correspondant à différents niveaux de pluviométrie. Parce qu'ils ont une bonne valeur prédictive de la relation entre le climat et la végétation, l'indice ombrothermique annuel (To), l'indice ombrothermique mensuel (Tom) et les indices ombrothermiques estivaux (Tos) sont les plus souvent utilisés pour établir les ombrotypes. Les types ombriques reconnus sont les suivants: ultrahyperaride, hyperaride, aride, semi-aride, sec, subhumide, humide, hyperhumide et ultrahyperhumide (figure 2.4).

Enfin, les stades bioclimatiques correspondent à des sous-types bioclimatiques selon l'altitude ou la latitude. Ils peuvent être délimités en fonction de critères thermoclimatiques (thermotypes, It, Itc, Tp) ou ombroclimatiques (ombrotypes, lo). Chaque stade bioclimatique contient des formations et des communautés végétales spécifiques, donnant lieu à l'expression de «stade de végétation». Bien que le processus de zonage soit universellement applicable, les seuils thermoclimatiques (It, Itc, Tp) diffèrent dans la majorité des macrobioclimats. Le tableau 2.1 montre les stades bioclimatiques de la zone d'étude dans lesquels les forêts peuvent pousser.

Metzger *et al.* (2013) ont utilisé 42 variables bioclimatiques et une classification automatique hiérarchisée pour classer le monde en sept biomes, 18 zones environnementales globales et 125 strates environnementales globales.

Les zones écologiques mondiales (ZEM) de la FAO (1999, 2012b) sont fondées principalement sur la carte climatique de Köppen-Trewartha mais intègrent également des cartes de végétation pour affiner la carte mondiale et la faire correspondre aux types de végétation, telles que la carte de la végétation méditerranéenne de l'UNESCO et FAO (1970) pour le Moyen-Orient. Bien qu'aucune ZEM ne soit spécifiquement définie comme la zone méditerranéenne, le monde étant en fait classé en cinq domaines subdivisés en 20 zones, les ZEM sont la classification écologiques adoptée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Eggleston *et al.*, 2006) pour définir des valeurs par défaut (niveau 1 en référence à l'approche par niveau du GIEC) et est à ce titre importante pour les inventaires des gaz à effet de serre dans le cadre de la CCNUCC. La classification de Sørensen (2007) est un autre système de classification mondial qui utilise des variables bioclimatiques (précipitation annuelle moyenne et évapotranspiration potentielle moyenne annuelle) pour distinguer des niveaux d'aridité au sein des zones sèches. Comme pour les ZEM de la FAO, cette classification n'identifie pas spécifiquement la région méditerranéenne mais elle est pertinente pour la CDB et la CNULCD.

D'autres approches mondiales ont été tentées pour intégrer d'autres informations que le bioclimat. Sur la base d'une compilation de cartes biogéographiques à l'échelle mondiale, Olson *et al.* (2001) ont identifié le biome des «forêts, terres boisées et maquis méditerranéens» qui est composé de 22 écorégions entourant la mer Méditerranée. S'appuyant sur la carte des bioclimats de Metzger *et al.* et en ajoutant des couches d'informations sur le relief, la lithologie et la couverture végétale, Sayre *et al.* (2014) ont identifié 3 923 unités écologiques terrestres à l'échelle mondiale, dont plusieurs mises ensemble

Tableau 2.2. Cartes de la région méditerranéenne définie suivant des approches biogéographiques et bioclimatiques. La colonne la plus à droite indique si une unité méditerranéenne a spécifiquement été identifiée parmi les différentes unités cartographiées

Référence	Approche	Principales variables	Échelle	Unités	Unité Med.?
UNESCO et FAO (1963)	Bioclimat	Précipitation, température, humidité	Méditerranéenne	7 climats chauds, 31 bioclimats	Oui
UNESCO et FAO (1970)	Biogéographie	Climat, physionomie de la végétation, sol et végétation introduite	Méditerranéenne	105 types de végétation	Oui
Olson <i>et al.</i> (2001)	Biogéographie	Relief, végétation et climat	Globale	8 domaines, 14 biomes, 867 écorégions	Oui
Sørensen (2007)	Biogéographie	Précipitation, évapotranspiration, végétation	Globale	5 zones d'aridité	Non
Rivas-Martínez <i>et al.</i> (2011)	Bioclimat	Précipitation, température, saisonnalité, évapotranspiration	Globale	5 macrobioclimats, 28 bioclimats	Oui
FAO (1999, 2012b)	Bioclimat et végétation Biogéographie	Climat, sol, relief, végétation	Globale	5 domaines, 20 zones écologiques	Non
Metzger <i>et al.</i> (2013)	Bioclimat	Précipitation, température, saisonnalité et humidité	Globale	7 biomes, 18 zones environnementales, 125 strates environnementales	Non
Sayre <i>et al.</i> (2014)	Biogéographie	Bioclimat, relief, lithologie et couverture végétale	Globale	3923 unités écologiques terrestres	Non

correspondent à la région méditerranéenne.

Toutes les classifications mentionnées précédemment sont cohérentes entre elles jusqu'à un certain point. La figure 2.5, par exemple, compare la composante paléarctique du biome méditerranéen d'Olson *et al.* (2001) avec les zones sèches de Sørensen (2007) après retrait des zones arides et hyperarides (mais en incluant les zones supposées sèches). Les deux cartes se chevauchent largement dans la partie occidentale de la Méditerranée. Dans la partie orientale, de larges étendues de la Turquie de l'Europe de l'Est qui sont classées comme zones sèches par Sørensen sont exclues du biome méditerranéen par Olson *et al.* Le biome méditerranéen d'Olson *et al.* (2001) est également semblable dans sa partie occidentale aux zones subtropicales des ZEM de la FAO (2012b) après retrait des déserts subtropicaux (figure 2.6). Dans la partie orientale, de larges étendues de la Turquie et du Moyen-Orient sont à nouveau classées comme ZEM subtropicale mais exclues du biome méditerranéen par Olson *et al.*

Le choix d'une définition pour délimiter la région méditerranéenne dépend en fin de compte de l'utilisation qui sera faite de cette définition. Avec la disponibilité croissante de cartes à l'échelle mondiale représentant la plupart des variables bioclimatiques, le relief, la géologie, le sol et le couvert végétal, il est probable que les définitions de la région méditerranéenne fondées sur des seuillages de ces variables deviendront de moins en moins pertinentes. Pour prédire par exemple les effets du changement

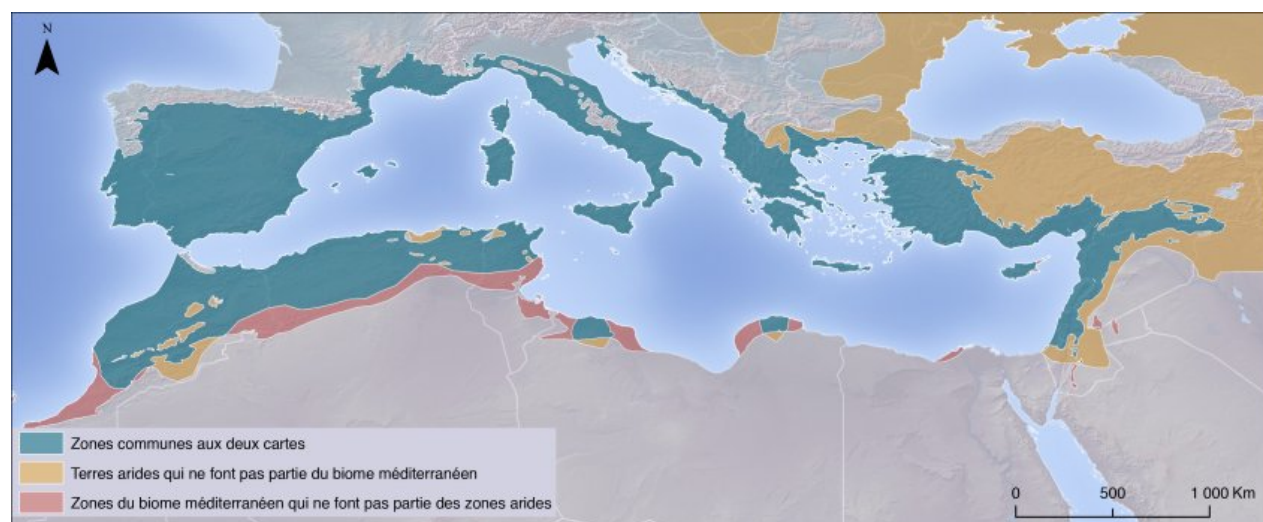


Figure 2.5. Comparaison entre la composante paléarctique du biome méditerranéen d'Olson *et al.* (2001) et les zones sèches de Sørensen (2007) après retrait des zones arides et hyperarides (mais en incluant les zones supposées sèches)

climatique sur l'abondance et la distribution des espèces d'arbres en Méditerranée, la pratique actuelle consiste à calibrer des modèles de distribution d'espèce sur de larges jeux de données de variables environnementales mais sans faire référence à quelque définition que ce soit du bassin méditerranéen (Attorre *et al.*, 2011; Benito Garzón *et al.*, 2008). Ces approches qui s'affranchissent de toute définition sont d'autant plus pertinentes que les espèces d'arbres auront certainement des réponses différentes les unes des autres au changement climatique et non pas une réponse collective au sein d'une communauté végétale. Aussi les communautés végétales associées aux écosystèmes méditerranéens devraient connaître des glissements de composition spécifique en réponse au changement climatique, amenant à reconsidérer ce qu'est même la végétation méditerranéenne typique.

Définitions de la forêt et définition de la forêt méditerranéenne

En phytosociologie, la forêt méditerranéenne renvoie à un assemblage typique d'espèces arbres spécifiques à la région méditerranéenne, résultant de l'interaction entre les exigences écologiques des espèces d'arbres et les facteurs abiotiques. Une alternative à cette approche écologique consiste à appliquer une définition de la forêt en général à une région définie comme la région méditerranéenne. Il existe des centaines de définitions de la forêt propres à chaque pays, combinant différents critères administratifs, d'utilisation des terres et de couverture végétale (Lund, 1999). L'Évaluation des ressources forestières mondiales (FRA) repose sur une définition générale des forêts (FAO, 2012a):

Forêt: Terres occupant une superficie de plus de 0,5 hectares avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert forestier de plus de 10 pour cent, ou avec des arbres capables d'atteindre ces seuils *in situ*. Sont exclues les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante.

Autres terres boisées: Terres non définies comme «forêt», couvrant une superficie de plus de 0,5 hectares avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert forestier de 5-10 pour cent, ou des arbres capables d'atteindre ces seuils, ou un couvert mixte d'arbustes, arbrisseaux et d'arbres supérieur à 10 pour cent. Sont exclues les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante.

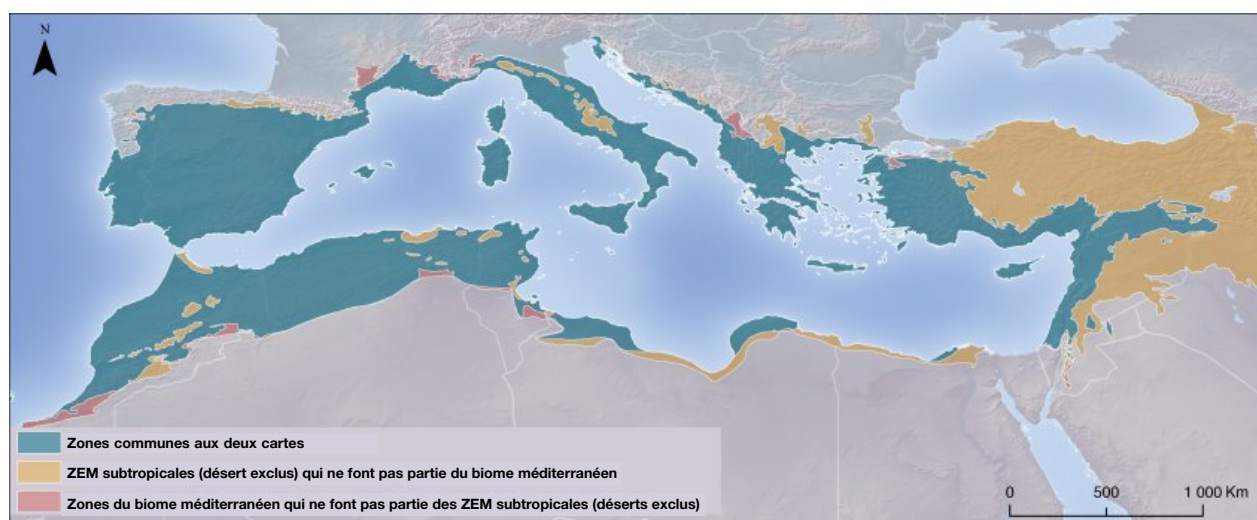


Figure 2.6. Comparaison entre la composante paléarctique du biome méditerranéen d'Olson *et al.* (2001) et les zones écologiques mondiales (ZEM) de la FAO (2012b) correspondant aux zones subtropicales à l'exception des déserts subtropicaux

Autres terres dotées de couvert d'arbres: Terres entrant dans la catégorie «autres terres», à vocation agricole ou urbaine prédominante, ayant des îlots de végétation arborée couvrant une superficie supérieure à 0,5 hectares avec un couvert forestier de plus de 10 pour cent d'arbres pouvant atteindre une hauteur de 5 mètres à maturité. Elles renferment des espèces d'arbres forestiers et non forestiers.

L'application d'une définition générale de la forêt à la région méditerranéenne soulève deux questions annexes: (a) Quelle est la définition de la région méditerranéenne? (b) Comment désagréger les statistiques forestières nationales d'un pays pour faire la part entre la partie méditerranéenne et la partie non-méditerranéenne de ce pays?

Dans cette section, nous essaierons de répondre à ces questions en utilisant les définitions du FRA. Puisque la région méditerranéenne est caractérisée par des effets anthropiques continus ainsi que par des facteurs climatiques et écologiques tranchés, nous nous intéressons non seulement aux forêts proprement dites mais aussi à toutes les catégories d'usage du sol contenant des arbres, c'est-à-dire à n'importe quel type de couvert arboré. Les informations correspondant à ces catégories du FRA ont été collectées dans des placettes de 0,5 ha dans le cadre de l'Évaluation globale des terres arides (GDA) (FAO, 2016d). En plus du type de formation selon les définitions du FRA, le couvert arboré a été mesuré dans chaque placette. La zone d'étude correspondant à la région méditerranéenne au sens des zones écologiques mondiales (ZEM) (FAO, 2012b) contenait 12 933 placettes, dont 31,4 pour cent ($n = 4\,064$ placettes) étaient des terres avec un couvert arboré selon les définitions du FRA. Parmi ces dernières, 61 pour cent ($n = 2\,502$) étaient des forêts selon la définition du FRA, 28 pour cent ($n = 1\,122$) étaient des autres terres dotées de couvert d'arbres, et les 11 pour cent restant ($n = 440$) étaient des autres terres boisées.

Dans les placettes classées en forêt, le couvert arboré est le plus souvent compris entre 90 et 100 pour cent. La distribution du couvert arboré des placettes est toutefois très étalée vers les valeurs inférieures et les placettes de forêt avec un couvert arboré allant de 10 à 89 pour cent représentent 66 pour cent de toutes les placettes de forêt (figure 2.7, à gauche). Les autres terres dotées de couvert d'arbres présentent le plus souvent un couvert arboré compris entre 10 et 29 pour cent tandis que les autres niveaux de couvert arboré ne représentent qu'une fraction minoritaire des placettes dans cette catégorie (figure 2.7, au milieu). Enfin, les autres terres boisées sont fréquemment dépourvues d'arbres, bien que certaines parcelles dans cette catégorie aient un couvert arboré compris entre 8 et 30 pour cent (figure 2.7, à droite).

Les forêts ont les valeurs les plus élevées de couvert arboré. Lorsque l'on compare ces données à

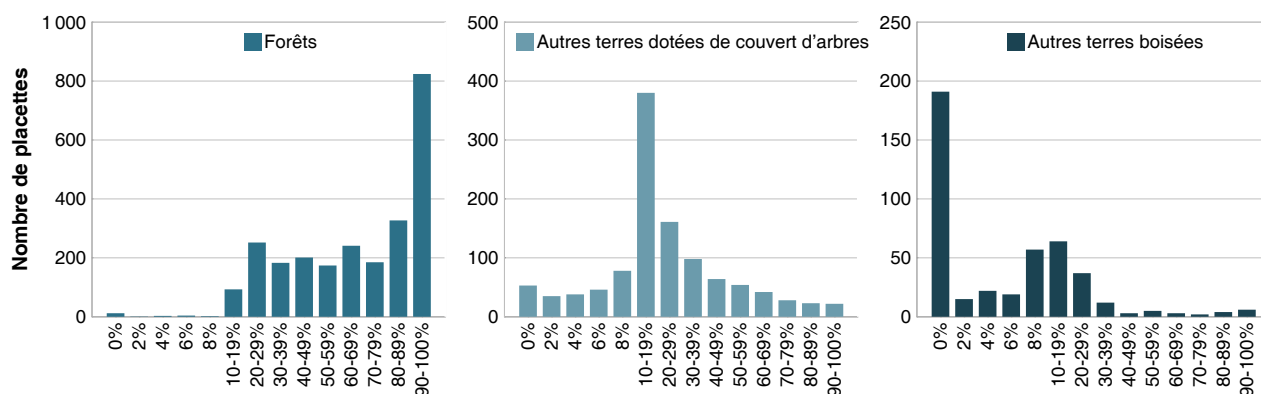


Figure 2.7. Distribution des placettes dans les classes de couvert arboré, pour chaque catégorie du FRA

Source: Données des auteurs.

d'autres jeux de données sur le couvert arboré telles que Globcover 2009, les placettes de forêt peuvent correspondre à des taches de forêt fermée intacte, mais aussi à des forêts secondaires ou à des reboisements. On retrouve dans ces dernières catégories la plupart des forêts de conifères sempervirentes et des forêts feuillues décidues ouvertes (15-40 pour cent de couvert arboré) à fermées (>40 pour cent de couvert arboré) telles que définies par Bontemps *et al.* (2011). Une comparaison plus poussée avec les cartes produites par Bontemps *et al.* (2011) montre encore mieux la similarité entre ce qu'ils appellent forêts ouvertes à fermées et qui couvrent 18 pour cent de la région méditerranéenne et la forêt dans notre jeu de données qui est présente dans 19,4 pour cent des placettes.

Les autres terres dotées de couvert d'arbres et les autres terres boisées, qui représentent à elles deux 12 pour cent de toutes les placettes, sont plus difficile à classer. La fréquence des autres terres dotées de couvert d'arbres montre l'importance des arbres dans les environnements anthropisés tels que les établissements humains ou les terres agricoles. Elles correspondent également à la plupart des milieux arborés ouverts dédiés à l'agroforesterie, aux oliveraies et aux vergers, qui sont si caractéristiques des paysages méditerranéens. Les autres terres boisées quant à elles peuvent correspondre aux formations arbustives et aux prairies qui contiennent toutes deux des arbres épars. Bontemps *et al.* (2011) a identifié des mosaïques de forêts, prairies et arbustes ainsi que des formations clairsemées qui couvrent 17,7 pour cent de la région méditerranéenne et qui pourraient correspondre à ces autres terres boisées. Cependant, d'importantes formations végétales comme les chênaies ouvertes (appelées «dehesas» en Espagne et «montados» au Portugal) pourraient être classées dans ces autres terres comme elles pourraient également être classées parmi les forêts à couvert arboré faible à moyen.

Les ressources forestières en Méditerranée

Superficie forestière

Sur la base de la définition des forêts de la FAO, la superficie forestière des pays méditerranéens¹ est estimée en 2015 à 88 millions d'ha (tableau 2.3), ce qui représente 2,20 pour cent de la superficie forestière mondiale totale (FAO, 2015c). La superficie forestière des pays méditerranéenne s'est accrue depuis 1990 (figure 2.8). Le taux net d'accroissement de 0,85 pour cent/an de la superficie forestière entre 1990 et 2010 est largement le résultat de l'expansion forestière (0,67 pour cent/an) tandis que le reboisement contribue à hauteur de 0,23 pour cent/an et que la déforestation reste à un bas niveau de 0,05 pour cent/an (bien qu'avec une tendance croissante). En 2015, les forêts occupaient 10,04 pour cent de la surface totale des pays méditerranéens, ce qui équivaut à la surface cumulée de l'Espagne et du Maroc. Quatre pays à eux seuls – l'Espagne, la France, la Turquie et l'Italie – représentent 64 pour

¹ Même liste de 27 pays que dans le chapitre 1, voir page 2.

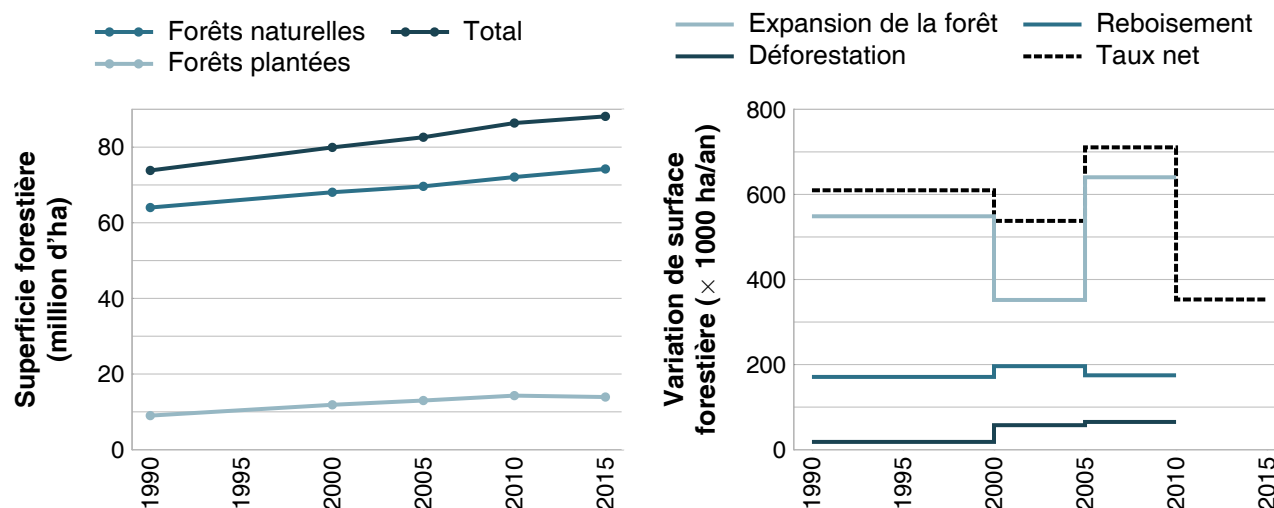


Figure 2.8. Accroissement total de la superficie forestière des pays méditerranéens et taux de changement annuel moyen de la superficie forestière

Source: Adapté de FAO (2015c).

cent de la superficie forestière totale de la région. Entre 2010 et 2015, la superficie forestière totale s'est accrue de 2,04 pour cent, ce qui représentent un gain de surface forestière (1,8 millions d'ha) presque équivalent à la surface de la Slovaquie. Entre 2000 et 2015, l'accroissement de la superficie forestière a été de 8 millions d'ha, ce qui équivaut à 0,93 pour cent de la surface totale cumulée des pays méditerranéens.

Cet accroissement de la superficie forestière résulte à la fois de la Politique agricole commune de l'Union européenne (comme dans le cas de l'Espagne) et de la colonisation par les forêts de terres agricoles à l'abandon, ce qui est observée dans plusieurs pays méditerranéens (Fernández Nogueira et Corbelle Rico, 2017). Puisque les statistiques forestières sont établies à l'échelle des pays plutôt que par région biogéographique, une partie de cet accroissement de la surface forestière a eu lieu en dehors de la région méditerranéenne (telle que définie précédemment) et inclut les accroissements de surface qui ont eu lieu dans des régions sous bioclimat atlantique comme le nord de l'Espagne et le grand ouest français. Contrairement aux statistiques forestières nationales, les études par télédétection qui se focalisent sur la région méditerranéenne montre que la superficie forestière de la région reste stable (voir paragraphe «Changement d'utilisation des terres» ci-dessous). De plus, une superficie forestière stable ou en croissance selon la définition des forêts de la FAO ne nous dit rien sur le niveau de dégradation forestière (voir chapitre 5).

En complément de cette vue des superficies forestières qui suit la définition des forêts de la FAO, une définition des forêts entièrement fondée sur le taux de couvert arboré, qui est celle du Global Forest Watch, aboutit à une estimation de 84 millions d'ha de terres avec un couvert arboré ≥ 10 pour cent et 81 millions d'ha de terres avec un couvert arboré ≥ 30 pour cent (colonnes les plus à droite du tableau 2.3). La couvert arboré renvoie à la présence biophysique d'arbres, qu'ils appartiennent à des forêts naturelles, à des plantations, à des systèmes agroforestiers ou à des parcs dans les villes. Une définition fondée sur le couvert arboré peut exclure des forêts brûlées ou des coupes à blanc (qui restent des forêts au sens de la définition de la FAO) et à l'inverse inclure des systèmes agroforestiers dont le couvert arboré est suffisamment élevé même si leur usage est avant tout agricole. Les différences entre les statistiques de l'Évaluation des ressources forestières mondiales et celles du Global Forest Watch peuvent également provenir de limites méthodologiques dans l'estimation du couvert arboré, en particulier de l'utilisation d'images satellite à faible résolution dans des zones où le couvert arboré est faible (Bastin *et al.*, 2017) et où la hauteur des arbres est proches de la hauteur minimale de 5 m requise par la définition de la FAO.

Tableau 2.3. Superficie forestière, pourcentage de forêts (par rapport à la superficie des terres émergées ou à la superficie régionale totale des forêts), accroissement de la superficie forestière et superficie des autres terres boisées dans les pays méditerranéens

Pays	Données de la FAO (2015c)					Données du Global Forest Watch	
	Superficie forestière 2015 ($\times 10^3$ ha)	% de la superficie des terres émergées 2015	% de la superficie forestière régionale	Variation de superficie forestière 2010-2015 (%)	Autres terres boisées ($\times 10^3$ ha)	Surface avec couvert arboré $\geq 10\%$ ($\times 10^3$ ha)	Surface avec couvert arboré $\geq 30\%$ ($\times 10^3$ ha)
Albanie	772	28.16	0.88	-0.62	256	839	777
Algérie	1 956	0.82	2.22	1.98	2 569	1 690	1 472
Bosnie-Herzégovine	2 185	42.68	2.48	0.00	549	2 900	2 814
Bulgarie	3 823	35.19	4.34	2.30	22	4 461	4 377
Chypre	173	18.69	0.20	-0.17	213	154	132
Croatie	1 922	34.37	2.18	0.10	569	2 691	2 613
Égypte	73	0.07	0.08	4.29	20	952	898
Espagne	18 418	36.90	20.90	0.94	9 209	14 326	13 061
France	16 989	30.88	19.27	3.44	590	18 355	17 831
Grèce	4 054	31.45	4.60	3.87	2 492	4 767	4 430
Israël	165	7.62	0.19	7.14	60	50	42
Italie	9 297	31.61	10.55	2.98	1 813	10 449	10 152
Jordanie	98	1.10	0.11	-0.51	51	4	3
Liban	137	13.42	0.16	0.22	106	94	65
Libye	217	0.12	0.25	0.00	330	24	16
Macédoine du Nord	998	39.24	1.13	0.00	143	911	864
Malte	n.d.	1.10	n.d.	n.d.	0	0	0
Maroc	5 632	12.62	6.39	-0.71	580	1 113	892
Monaco	0	0.00	0.00	n.d.	0	0	0
Monténégro	827	61.49	0.94	0.00	137	692	667
Palestine	9	1.50	0.01	0.00	0	2	1
Portugal	3 182	35.25	3.61	-1.76	1 725	3 006	2 756
Serbie	2 720	31.10	3.09	0.26	508	3 026	2 943
Slovénie	1 248	61.97	1.42	0.08	23	1 342	1 324
République arabe syrienne	491	2.67	0.56	0.00	35	147	132
Tunisie	1 041	6.70	1.18	5.15	293	286	257
Turquie	11 715	15.22	13.29	4.57	10 130	12 909	11 968
Total pays	88 141	10.04	100.00	2.04	32 423	85 192	80 507

Source: FAO (2015c) et Hansen *et al.* (2013).

Volume sur pied

Le volume cumulé des tiges de tous les arbres vivants, c'est-à-dire le volume sur pied, est une caractéristique fondamentale des forêts. Son évolution au cours du temps donne une information

essentielle pour évaluer la durabilité de la gestion forestière. Le volume sur pied est également utilisé pour obtenir une estimation de la quantité de carbone accumulée dans les arbres vivants et permet aux gestionnaires forestiers d'évaluer la possibilité de récolte et les risques de perturbation.

Les statistiques sur le volume sur pied sont disponibles dans l'Évaluation des ressources forestières mondiales de la FAO pour la plupart des pays pour les années 1990, 2000, 2005, 2010 et 2015. La plupart des pays qui ont fourni des données ont décomposé le volume sur pied des forêts selon les conifères et les feuillus. Le volume sur pied total des forêts des pays méditerranéens s'élève à 10,3 milliards de m³ (tableau 2.4). La Palestine, le Portugal et la République arabe syrienne n'ont pas fourni de données sur le volume sur pied en 2015. Le volume sur pied total des autres terres boisées s'élève à 143 millions de m³ en 2015, mais la moitié seulement des pays méditerranéens ont fourni des données pour cette année. Il faut également garder à l'esprit que ce volume sur pied n'inclut que les arbres et non les arbustes alors même que les arbustes contribuent, par définition, au volume ligneux des autres terres boisées. Compte tenu, de plus, de la proportion relativement élevée de données manquantes sur le volume sur pied pour les autres terres boisées (à cause du coût élevé des mesures et de la faible demande pour ce type d'information au niveau national), cela signifie que les statistiques indiquées pour le volume sur pied des autres terres boisées sont vraisemblablement des sous-estimations.

Tableau 2.4. Volume sur pied des forêts et des autres terres boisées des pays méditerranéens en 2015 (million de m³)

Pays	Conifères	Feuillus	Total forêts	Total ATB
Albanie	19	57	76	8
Algérie	30	59	89	10
Bosnie-Herzégovine	135	223	358	n.d.
Bulgarie	315	384	699	n.d.
Chypre	11	0	11	n.d.
Croatie	54	361	415	6
Égypte	n.d.	n.d.	9	0
Espagne	635	577	1 212	2
France	1 043	1 892	2 935	n.d.
Grèce	83	110	193	n.d.
Israël	3	3	6	n.d.
Italie	544	841	1 385	n.d.
Jordanie	n.d.	n.d.	3	n.d.
Liban	4	2	5	1
Libye	n.d.	n.d.	8	4
Macédoine du Nord	8	69	76	n.d.
Malte	0	0	0	0
Maroc	52	102	154	1
Monaco	0	0	0	0
Monténégro	49	73	121	0
Portugal	n.d.	n.d.	186	n.d.
Serbie	48	370	418	37
Slovénie	197	234	432	1
Tunisie	17	11	27	1
Turquie	991	515	1 506	72
Total	4 238	5 881	10 325	143

Note: ATB = autres terres boisées. Pas de données disponibles pour la Palestine et la République arabe syrienne. Le Portugal n'ayant pas indiqué de valeur pour 2015, c'est le volume de 2010 qui est reporté ici.

Source: FAO (2015c).

La densité de volume sur pied des forêts méditerranéennes est en moyenne de 117 m³/ha, mais cette moyenne cache de grandes disparités entre pays. La Slovénie a le volume sur pied le plus élevé avec 346 m³/ha, suivi de la Croatie avec 216 m³/ha. La Bulgarie, la France, la Bosnie-Herzégovine et la Serbie ont des volumes sur pied allant de 150 à 200 m³/ha, tandis que le Maroc et la Tunisie ont les volumes sur pied les plus faibles avec 25 m³/ha (figure 2.9). Les volumes sur pied les plus élevés s'expliquent principalement par les facteurs écologiques qui favorisent la croissance des arbres, les mesures de protection des forêts, les méthodes de gestion et les conditions de terrain qui peuvent empêcher la récolte du bois.

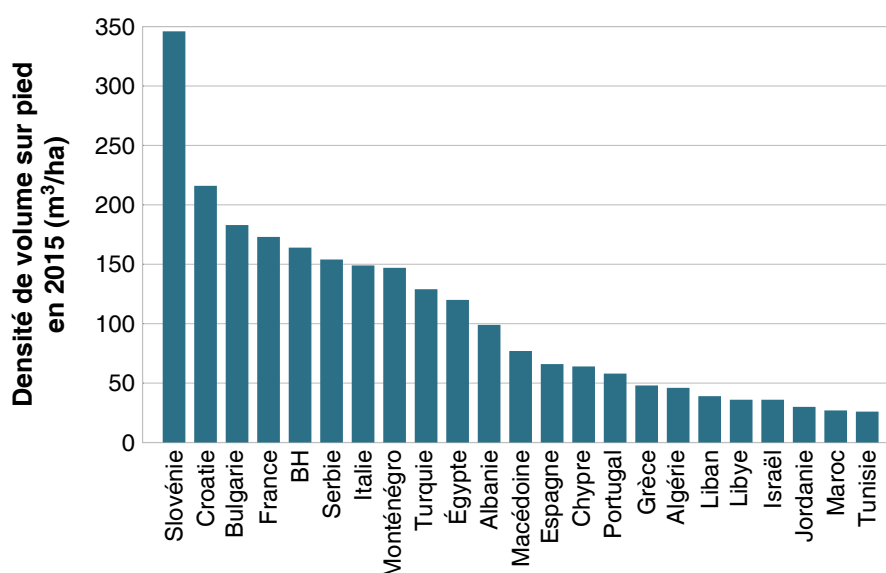


Figure 2.9. Densité de volume sur pied des pays méditerranéens en 2015

Note: BH = Bosnie-Herzégovine, Macédoine = Macédoine du Nord. Les données ne sont pas disponibles pour Malte, Monaco, la Palestine et la République arabe syrienne.

Source: FAO (2015c).

Les espèces feuillues représentent 58 pour cent du volume sur pied des forêts méditerranéennes, soit 5,9 milliards de m³. Le volume sur pied des conifères s'élèvent quant à lui à 4,3 milliards de m³. Cette répartition du volume sur pied entre feuillus et conifères est plus ou moins la même dans la plupart des pays méditerranéens.

Le volume sur pied des forêts méditerranéennes s'est accru de 137 millions de m³ par an sur les 25 dernières années. Cet accroissement correspond à un taux de changement de 2.0 pour cent par an (tableau 2.5). Aucun pays méditerranéen n'a vu son volume sur pied décroître dans les forêts pendant cette période². Certains pays indiquent un volume sur pied constant entre 1990 et 2015 mais cela peut être dû à un manque de données et de remesures sur plusieurs inventaires forestiers. En valeurs absolues, l'accroissement du volume sur pied a été le plus élevé en France avec une moyenne de 34 millions de m³ par an sur les 25 dernières années, suivi de l'Espagne avec un accroissement moyen de 22 millions de m³ par an et de l'Italie avec 21 millions de m³ par an. Sur la même période, le taux relatif d'accroissement du volume sur pied des forêts a été le plus élevé en Espagne avec un taux moyen d'accroissement de 3,3 pour cent par an et en Serbie avec un taux moyen de 3,1 pour cent par an. L'accroissement du volume sur pied peut s'expliquer en partie par la mise en place de nouveaux systèmes d'inventaire fondés sur l'échantillonnage, en particulier dans certains pays de l'est de la Méditerranée, mais aussi par l'extension des surfaces forestières dans la plupart des pays. Toutefois, le taux d'accroissement du volume sur pied dans les forêts (2.0 pour cent/an) dépasse le taux d'accroissement de la superficie forestière (0.78 pour cent/an) sur la période de 1990 à 2015.

Les raisons de l'accroissement du volume sur pied des forêts méditerranéennes sont diverses et

²La diminution du volume sur pied des forêts au Portugal est calculé sur la période 1990-2010.

Tableau 2.5. Taux de changement annuel du volume sur pied total des forêts des pays méditerranéens entre 1990 et 2015

Pays	Volume sur pied total des forêts (million m³)					Taux de changement annuel 1990-2015		Taux de changement annuel 2005-2015	
	1990	2000	2005	2010	2015	million m³/an	%/an	million m³/an	%/an
Albanie	75	76	74	75	76	0.04	0.06	0.19	0.26
Algérie	76	72	70	88	89	0.52	0.68	1.90	2.71
Bosnie-Herzégovine	291	358	358	358	358	2.68	0.92	0.00	0.00
Bulgarie	405	526	591	645	699	11.76	2.90	10.8	1.83
Chypre	7	8	8	10	11	0.15	2.01	0.27	3.27
Croatie	310	360	385	406	415	4.18	1.35	2.99	0.78
Égypte	5	7	8	8	9	0.14	2.64	0.07	0.90
Espagne	664	906	1 027	1 120	1 212	21.93	3.30	18.47	1.80
France	2 077	2 254	2 512	2 649	2 935	34.32	1.65	42.3	1.68
Grèce	156	170	177	185	193	1.48	0.95	1.60	0.90
Israël	6	6	6	6	6	0.00	0.00	0.02	0.35
Italie	855	1 068	1 174	1 279	1 385	21.20	2.48	21.1	1.80
Jordanie	3	3	3	3	3	0.00	0.00	0.00	0.00
Liban	-	-	5	5	5	-	-	0.05	1.00
Libye	8	8	8	8	8	0.00	0.00	0.00	0.00
Macédoine du Nord	76	79	76	76	76	0.00	0.01	0.00	0.00
Malte	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Maroc	128	143	152	150	154	1.04	0.81	0.20	0.13
Monaco	0	0	0	0	0	0.00	-	0.00	-
Monténégro	-	73	73	121	121	-	-	4.88	6.72
Portugal	203	198	185	186	186	-0.68	-0.33	0.10	0.05
Serbie	235	250	298	415	418	7.32	3.11	12.00	4.03
Slovénie	273	333	374	406	432	6.33	2.32	5.75	1.54
Tunisie	17	22	24	26	27	0.40	2.35	0.30	1.25
Turquie	1 021	1 132	1 209	1 347	1 506	19.40	1.90	29.70	2.46
Total	6 892	8 051	8 798	9 573	10 325	137.29	1.99	152.70	1.74

Note: Les données ne sont pas disponibles pour la Palestine et la République arabe syrienne. Le Portugal n'a pas fourni de données pour 2015 donc la valeur de 2010 est conservée pour 2015.

Source: FAO (2015c).

complexes, avec des causes et des effets d'importance variable. Il y a un effet combiné de la concentration en CO₂ et de dépôts azotés qui favorisent la croissance des arbres et, par ailleurs, de faibles niveaux de prélèvements (comparés à la possibilité forestière) à cause des conditions du marché, d'une sensibilisation accrue de la société au rôle multifonctionnel des forêts, et d'une gestion plus efficace des forêts pour un développement durable et optimal des biens et services fournis par les écosystèmes forestiers.

Sur l'ensemble de la région méditerranéenne, le taux d'accroissement du volume sur pied des forêts est resté largement stable sur la période de 25 ans de 1990 à 2015, comparé aux dix dernières années de 2005 à 2015.

Stock de carbone

Les arbres séquestrent du carbone dans leur biomasse quand ils grandissent et les forêts représentent de ce fait un stock important de carbone que ce soit dans la biomasse vivante, le sol ou la matière organique morte. La quantité totale de carbone contenue dans les forêts évolue selon les pratiques de gestion forestière et les conditions climatiques. Les forêts peuvent ainsi atténuer ou au contraire contribuer au changement climatique selon qu'elles agissent comme un puits ou comme une source de carbone atmosphérique.

Réciproquement, les changements climatiques ont un impact sur les stocks de carbone forestiers. La contribution du Groupe de travail II au Cinquième rapport d'évaluation du GIEC (2014a) mentionne que, «selon des indications récentes, les arbres et les forêts tempérés commencent à donner les signes d'un stress climatique, tels qu'une inflexion de l'augmentation de la croissance des arbres dans certaines régions (en Amérique du Nord: Silva *et al.*, 2010; Silva et Anand, 2013, en Europe: Bontemps *et al.*, 2011; Charu *et al.*, 2010; Kint *et al.*, 2012), un accroissement de la mortalité des arbres (Allen *et al.*, 2010) et des changements dans les régimes des feux de forêt, les infestations d'insectes et les attaques de pathogènes (Adams *et al.*, 2012; Edburg *et al.*, 2012)».

Sur la base des données de l'Évaluation des ressources forestières mondiales de la FAO, les forêts des pays méditerranéens stockaient 5 066 milliards de tonnes de carbone en 2015, ce qui représente 1,7 pour cent du stock de carbone forestier mondial. Parmi ces pays, la France, la Turquie, l'Italie et

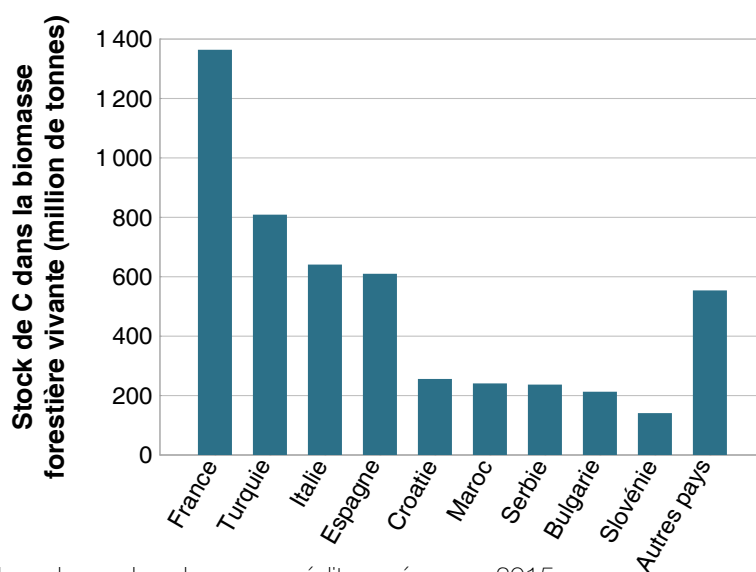


Figure 2.10. Stock de carbone dans les pays méditerranéens en 2015

Note: Autres pays = Albanie, Algérie, Bosnie-Herzégovine, Chypre, Égypte, Grèce, Israël, Jordanie, Liban, Libye, Macédoine du Nord, Monaco, Monténégro, Portugal et Tunisie. Les données ne sont pas disponibles pour Malte, la Palestine et la République arabe syrienne.

Source: FAO (2015c).

Tableau 2.6. Stocks de carbone dans les forêts des pays méditerranéens en 1990, 2000, 2005, 2010 et 2015

Pays	Stock de carbone dans les forêts ($\times 10^6$ Mg), 2015			Stock de carbone dans la biomasse forestière ($\times 10^6$ Mg)				
	Biomasse aérienne	Biomasse souterraine	Bois mort	1990	2000	2005	2010	2015
Albanie	38	12	14	49	49	48	49	50
Algérie	31	17	-	42	39	39	48	48
Bosnie-Herzégovine	95	23	-	96	118	118	118	118
Bulgarie	167	46	-	127	161	182	197	213
Chypre	3	1	-	3	3	3	3	4
Croatie	196	60	-	190	221	237	250	256
Égypte	6	1	1	4	6	7	7	7
Espagne	458	151	-	325	454	518	564	610
France	1 056	308	-	965	1 049	1 165	1 247	1 364
Grèce	64	18	-	67	73	76	79	82
Israël	4	1	-	5	4	4	4	5
Italie	514	127	29	400	496	545	593	641
Jordanie	2	1	-	2	2	2	2	3
Liban	1	0	-	-	-	2	2	1
Libye	5	1	1	6	6	6	6	6
Macédoine du Nord	48	13	-	60	62	60	60	60
Maroc	184	57	1	203	227	240	239	241
Monaco	0	0	0	0	0	0	0	0
Monténégro	48	8	4	-	33	33	56	56
Portugal	75	30	-	112	109	102	102	105
Serbie	185	52	33	122	138	147	235	237
Slovénie	115	26	6	88	107	121	132	141
Tunisie	7	2	-	6	8	8	9	9
Turquie	639	170	6	546	604	645	720	809
Total	3 941	1 125	95	3 418	3 969	4 308	4 722	5 066

Notes: Le stock de carbone du Portugal en 2015 est estimé avec les données FAOSTAT (FAO, 2017). Les données ne sont pas disponibles pour Malte, la Palestine et la République arabe syrienne.

Source: FAO (2015c).

L'Espagne représentaient à eux seuls 67,6 pour cent du stock de carbone forestier total de la région méditerranéenne (figure 2.10 et tableau 2.6).

Le stock de carbone forestier de la région méditerranéenne s'est accru de 1,65 milliards de tonnes entre 1990 et 2015, soit un taux d'accroissement de 1,93 pour cent par an.

Changement d'utilisation des terres et pressions

L'utilisation des terres et le changement d'affectation des terres ont une forte influence sur le climat et peuvent avoir une importance égale aux gaz à effet de serre dans la modification des régimes climatiques (Pielke, 2005). Les activités humaines d'utilisation des terres telles que la gestion des terres cultivées, des forêts, des pâturages, et les changements de couverture végétale et d'affectation des terres créent à la fois des sources et des puits de CO₂ et constituent les facteurs déterminants dans le changement du stock de carbone terrestre (Schulp *et al.*, 2008; Smith *et al.*, 2014).

On s'attend à ce que les services écosystémiques soient particulièrement vulnérables à l'utilisation des terres et au changement d'affectation des terres. La région méditerranéenne en particulier sera très touchée par ces changements à moyen terme (Metzger *et al.*, 2006; Schröter *et al.*, 2005). La végétation sera impactée par des stress hydriques plus marqués et des températures plus élevées lors de sécheresses estivales plus fortes, à cause également d'une disponibilité réduite en eau d'irrigation. Cela réduira la rentabilité et la compétitivité de l'agriculture méditerranéenne comparée à d'autres régions d'Europe centrale et du nord-ouest, ce qui à son tour conduira à l'extensification et à l'abandon de terres agricoles (Holman *et al.*, 2017).

Cette section s'intéresse plus particulièrement aux forêts méditerranéennes. Alors que l'on sait que les températures moyennes annuelles devraient augmenter de l'ordre de 3-4°C et que les précipitations annuelles devraient diminuer de jusqu'à 20 pour cents dans la région, on en sait beaucoup moins sur la façon dont les forêts méditerranéennes s'adapteront à ces conditions. Schröter *et al.* (2005) a trouvé que les changements prédits dans les scénarios auront un effet négatif sur la végétation, particulièrement en lien avec des sécheresses plus marquées. Dans la plupart de ces scénarios, la surface brûlée par les feux de forêt augmente et l'aire de répartition d'espèces d'arbre typiques telles que le chêne vert (*Quercus ilex* L.) ou le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) est réduite ou décalée vers le nord. De plus, la sécheresse pourrait être un facteur important de remplacement de la forêt par des formations arbustives ou de la végétation steppique (Hickler *et al.*, 2012).

Parce que les facteurs socio-économiques influencent l'utilisation des terres et le changement d'affectation des terres, il est intéressant d'analyser leur tendance, et ce d'autant plus que la capacité adaptative des forêts est limitée en région méditerranéenne, avec de larges zones forestières qui sont gérées de façon extensive, voire qui ne sont pas gérées (Lindner *et al.*, 2010; Metzger *et al.*, 2006). Certains auteurs indiquent que l'abandon des terres agricoles et des pâturages permettra l'expansion des forêts et des formations arbustives dans la plupart des zones montagneuses méditerranéennes (par exemple García-Ruiz *et al.*, 2011).

Afin d'analyser les changements dans l'utilisation des terres, nous avons examiné l'utilisation des terres et les changements d'affectation des terres avec deux jeux de données différents: (i) l'Évaluation globale des terres arides (acronyme anglais: GDA) qui fait partie d'un Inventaire forestier mondial (acronyme anglais: GFS) mené par la FAO; le GDA couvre 15 années (2000-2015) et, à titre de comparaison, des données du GFS pour la région euro-sibérienne et d'autres régions limitrophes de la Méditerranée (Europe du nord, Russie) ou comparables à la Méditerranée (en Amérique du nord) ont également été utilisées; (ii) l'indice d'empreinte humaine (IEH) de Venter *et al.* (2016) qui couvre une période de 16 ans (1993-2009) en Méditerranée.

- Le GDA a été réalisé par la FAO sur la base d'un échantillonnage systématique de 213 783 placettes carrées de 0,5 ha, en utilisant les technologies de Google Earth et Collect Earth, et afin de mieux comprendre les caractéristiques et l'état des écosystèmes forestiers à une échelle régionale ou du biome (c'est-à-dire indépendamment des limites des pays). En plus des variables caractérisant les forêts, des informations sur l'utilisation des terres et les changements d'affectation des terres ont également été collectées selon les lignes directrices du GIEC telles que décrites par Bickel *et al.* (2006). L'analyse du GDA repose sur les ZEM de la FAO pour la définition de la région méditerranéenne. Le nombre de placettes disponibles pour cette analyse est de 12 933 pour la région méditerranéenne et de 27 851 pour la région euro-sibérienne et les autres régions limitrophes ou semblables (García-Montero *et al.*, 2015, 2016).
- L'IEH est une approche pour quantifier la pression anthropique. Cet indice intègre huit indicateurs de l'activité anthropique: (1) l'étendue des constructions; (2) les terres cultivées; (3) les pâturages; (4) la densité de population humaine; (5) l'éclairage nocturne; (6) les voies ferrées; (7) les routes; et (8) les voies navigables.

L'IEH tel que développé par Venter *et al.* (2016) a été utilisé ici. Les activités humaines ont été pondérées

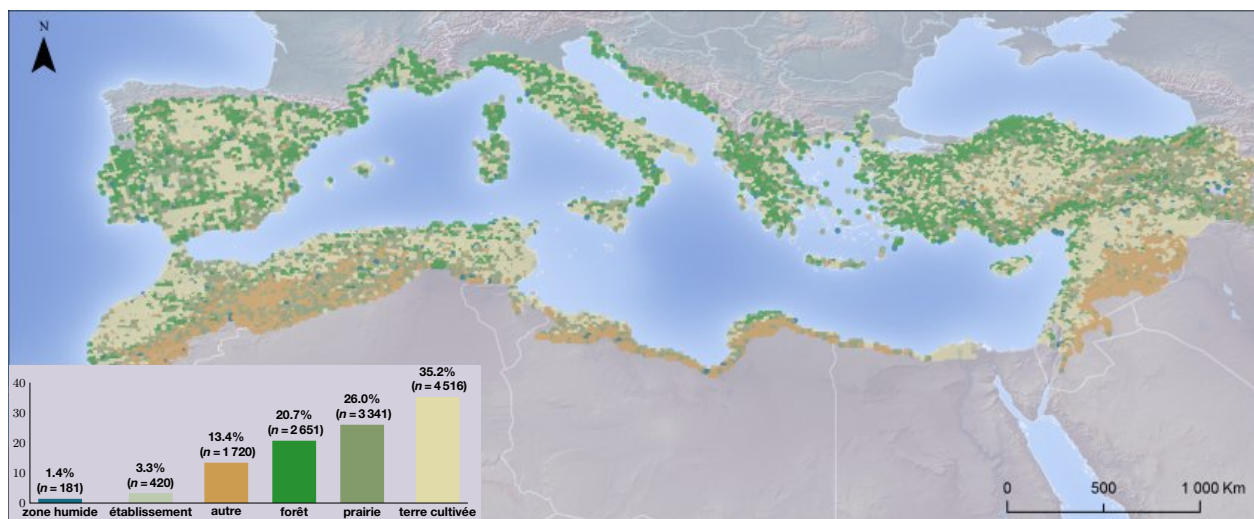


Figure 2.11. Cartes des placettes du GDA montrant l'utilisation actuelle (en 2015) des terres selon les catégories d'utilisation du GIEC

Source: Données des auteurs.

et additionnées sur une surface de lissage de 10^6 ha, produisant un indice standardisé prenant des valeurs de 0 à 50, où 0 indique un impact anthropique nul ou très faible et 50 un impact anthropique très élevé. La carte de l'IEH a été calculée pour les années 1993 et 2009. La carte obtenue par différence d'IEH entre ces deux années indique la tendance d'évolution de l'IEH sur cette période de 16 ans. Nous avons utilisé l'IEH comme variable d'approximation pour valider les changements d'affectation des terres déduits de l'analyse des données des placettes du GFS.

Utilisation actuelle des terres

Sur la base des catégories d'utilisation des terres du GIEC, la plupart (35,2 pour cent) des placettes échantillonnées en Méditerranée ont été classées comme terres cultivées en 2015. Les pâturages constituent la seconde utilisation des terres la plus fréquente (26 pour cent des placettes). Les établissements humains et les zones humides ont compté le plus petit nombre de placettes, à savoir 3,3 pour cent et 1,4 pour cent des placettes respectivement (figure 2.11).

Certaines des cartes utilisées pour construire l'IEH en 2009 ont donné des résultats semblables, indiquant que 31,2 pour cent de la région est couverte par des terres cultivées, 21,5 pour cent par des pâturages et 7,3 pour cent par des établissements humains. Les différences entre les divers jeux de données peuvent en outre s'expliquer par des différences de résolution spatiale et temporelle. Quoi qu'il en soit, ces résultats tendent à confirmer l'utilité et la précision de ces deux jeux de données à l'échelle régionale.

En ce qui concerne l'inventaire GFS dans la région euro-sibérienne et dans les autres régions limitrophes ou comparables à la Méditerranée, García-Montero *et al.* (2015, 2016) ont obtenu les résultats suivants: (i) dans les zones sèches d'Europe et de Russie, 33,83 pour cent des placettes ont été classées comme terres cultivées, 17,71 pour cent comme pâturages, 38,32 pour cent comme forêts, 3,42 pour cent comme autres terres, 2,56 pour cent comme établissements humains et 4,15 pour cent comme zones humides; (ii) dans la partie européenne de la région euro-sibérienne, 36,11 pour cent des placettes ont été classées comme terres cultivées, 11,86 pour cent comme pâturages, 41,37 pour cent comme forêts, 1,62 pour cent comme autres terres, 7,62 pour cent comme établissements humains et 1,42 pour cent comme zones humides; (iii) enfin dans la région nord-américaine, 15,20 pour cent des placettes ont été classées comme terres cultivées, 5,98 pour cent comme pâturages, 66,91 pour cent comme forêts, 1,14 pour cent comme autres terres, 2,81 pour cent comme établissements humains et 7,96 pour cent comme zones humides.

Changement d'affectation des terres

Pour la plupart (99,03 pour cent) des placettes inventoriées, l'utilisation des terres observée n'a pas changé entre 2000 et 2015. Seules 0,97 pour cent des 12 933 placettes inventoriées ($n = 126$) ont connu un changement d'affectation des terres. Tandis que les pâturages et les autres terres ont diminué en fréquence ($-0,23$ pour cent et $-0,10$ pour cent, respectivement), un gain net de 0,04 pour cent en terres cultivées a été observé, suivi d'un gain de 0,02 pour cent à la fois pour les forêts et pour les zones humides (figure 2.12a). Cet accroissement de 0,02 pour cent de la superficie des forêts méditerranéennes entre 2000 et 2015 contraste avec l'accroissement de 0,93 pour cent estimé pour la même période à partir des données de l'Évaluation des ressources forestières mondiales de la FAO (voir paragraphe «Superficie forestière»). Cet écart peut être dû à des différences méthodologiques, montrant la difficulté de capturer de faibles tendances dans l'évolution des forêts; il peut signifier aussi que l'accroissement en surface forestière des pays méditerranéens a lieu principalement dans des régions de ces pays qui ne sont pas méditerranéennes au sens entendu ici. Les établissements humains sont la catégorie d'utilisation des terres qui a connu la plus forte progression avec un accroissement de 0,26 pour cent. Si on regarde la différence d'IEH entre 1993 et 2009, la plupart des placettes échantillonnées ont des valeurs proches de zéro (61,4 pour cent de ces valeurs sont comprises entre -1 et 1), ce qui indique qu'il n'y a pas eu de changement important d'IEH dans ces placettes. Toutefois, 28,2 pour cent des placettes ont un IEH qui a augmenté tandis que 10,4 pour cent des d'entre elles ont un IEH qui a diminué (figure 2.12b).

Les données des placettes donnent des tendances de changement d'affectation des terres semblables dans leur sens à ce qu'indiquent les cartes d'IEH: les pâturages ont diminué de 4,4 pour cent, les établissements humains ont augmenté de 1,7 pour cent et les terres cultivées ont augmenté d'environ 8 pour cent.

L'analyse des changements d'affectation des terres entre 2000 et 2015 dans des régions limitrophes ou comparables à la Méditerranée a donné des résultats semblables à ceux obtenus en Méditerranée (García-Montero *et al.*, 2015, 2016):

- Dans les pays de la région euro-sibérienne, 2,10 pour cent des placettes ont connu un changement d'affectation des terres durant les 15 années du suivi: 0,71 pour cent des placettes ont évolué de différents types d'usage des terres vers la forêt, à comparer à 0,35 pour cent des placettes qui ont évolué de la forêt vers d'autres usages des terres;
- Dans la région nord-américaine, 1 pour cent des placettes ont connu un changement d'affectation des terres durant les 15 années du suivi: 0,14 pour cent des placettes ont évolué de différents types d'usage des terres vers la forêt, à comparer à 0,64 pour cent des placettes qui ont évolué de la forêt vers d'autres usages des terres;
- Dans les zones sèches d'Europe et de Russie, 1,18 pour cent des placettes ont connu un changement, avec une évolution de 0,28 pour cent des placettes de différents usages des terres vers la forêt et à l'inverse une évolution de 0,20 pour cent des placettes de la forêt vers d'autres usages des terres.

En résumé, la région méditerranéenne montre une augmentation du nombre de placettes utilisées comme terres cultivées qui, contrairement à ce qu'indiquent Holman *et al.* (2017) et Schulp *et al.* (2008), sont donc en expansion. Cette expansion semble particulièrement nette en Espagne, en France, en Turquie et dans les pays d'Afrique du Nord. Une augmentation du nombre de placettes utilisées pour les établissements humains a lieu également comme conséquence de l'urbanisation et du tourisme. Les gains et les pertes de forêts sont observés principalement là où les forêts sont les plus abondantes, surtout en Espagne, en France et en Turquie (figure 2.13).

Bien qu'une augmentation du nombre de placettes couvertes de forêts ait été observé, principalement en raison de la colonisation par la forêt de terres agricoles ou artificielles abandonnées, l'augmentation

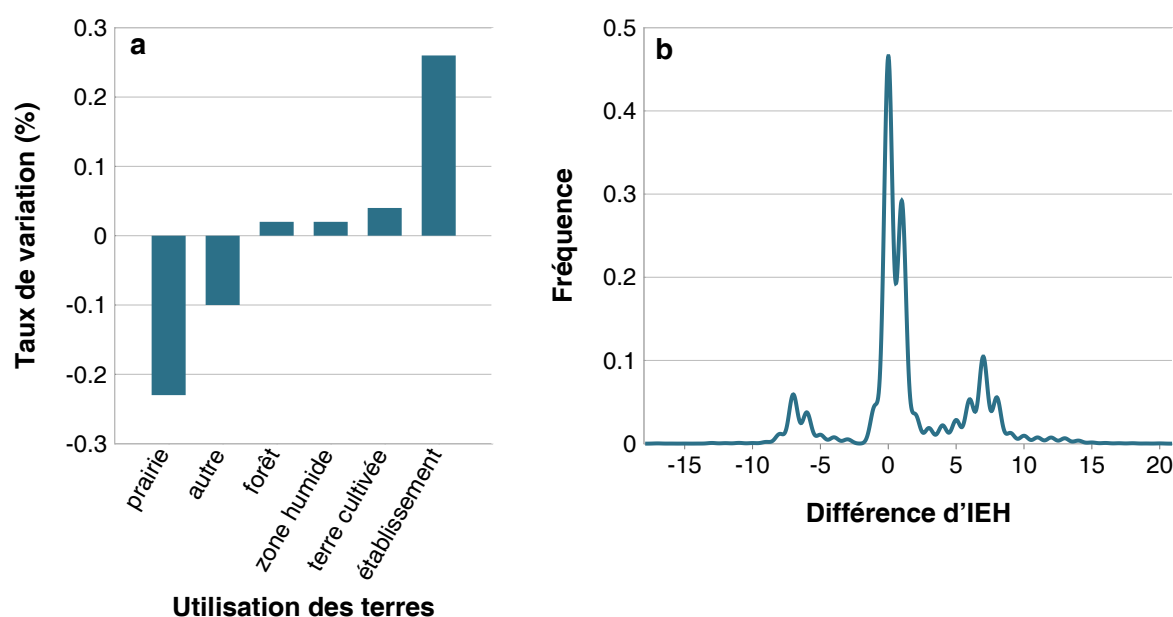


Figure 2.12. (a) Changement net entre 2000 et 2015 de l'affectation des terres dans les placettes inventoriées en région méditerranéenne. (b) Densité de distribution de la différence d'IEH entre 1993 et 2009. Les valeurs négatives correspondent à une diminution de l'IEH tandis que les valeurs positives correspondent à une augmentation de l'IEH.

des établissements humains a dépassé cette augmentation des forêts. Les forêts occupent 20,7 pour cent de la région et il est possible que les pâturages abandonnés dans les zones rurales et montagnardes soient colonisés par les forêts dans le futur. Bien qu'une tendance en ce sens ait été détectée, elle indiquait une évolution extrêmement lente.

Dans l'ensemble, l'utilisation des terres en région méditerranéenne se caractérise par sa stabilité. La faiblesse des changements d'affectation des terres observée en Méditerranée, comme dans d'autres régions du monde, pourrait s'expliquer par des facteurs spatiaux et temporels. La durée de 15-16 ans de la période d'observation pourrait être trop courte pour détecter des changements importants dans la zone d'étude. La plupart des scénarios et des projections climatiques indiquent des changements pour les années 2040-2100. Cependant, cette étude montre l'importance de suivre et de classer les utilisations des terres pour valider les prédictions ou les tendances sur le long terme.

Conclusions

Il y a une tendance modérée mais stable à la croissance de la superficie forestière en Méditerranée, qui s'accompagne d'une croissance du volume sur pied et du stock de carbone. La mesure exacte de cette croissance dépend à la fois de la définition utilisée pour les forêts et de celle pour la région méditerranéenne. Dans une large mesure, elle dépend aussi des méthodes utilisées pour évaluer les ressources forestières. Un pays comme l'Espagne a connu une augmentation de sa superficie forestière en partie comme conséquence de la Politique agricole commune de l'Union européenne, mais aussi du fait de l'abandon des zones rurales. Les zones forestières présentent un grand risque de feux de forêt et autres catastrophes naturelles, tels que prédits dans les scénarios de projection du changement climatique. De plus, la fragmentation des zones forestières peut conduire à une perte de biodiversité. La région méditerranéenne en particulier présente des risques d'érosion des sols et de désertification.

Il est utile de prendre en considération différentes approches telles que la télédétection et les inventaires de terrain pour obtenir des points de vue complémentaires sur l'état des forêts méditerranéennes. Ceci requiert des inventaires forestiers nationaux (IFN) robustes et transparents, qui permettraient de désagréger les statistiques forestières du niveau national au niveau de la région méditerranéenne.

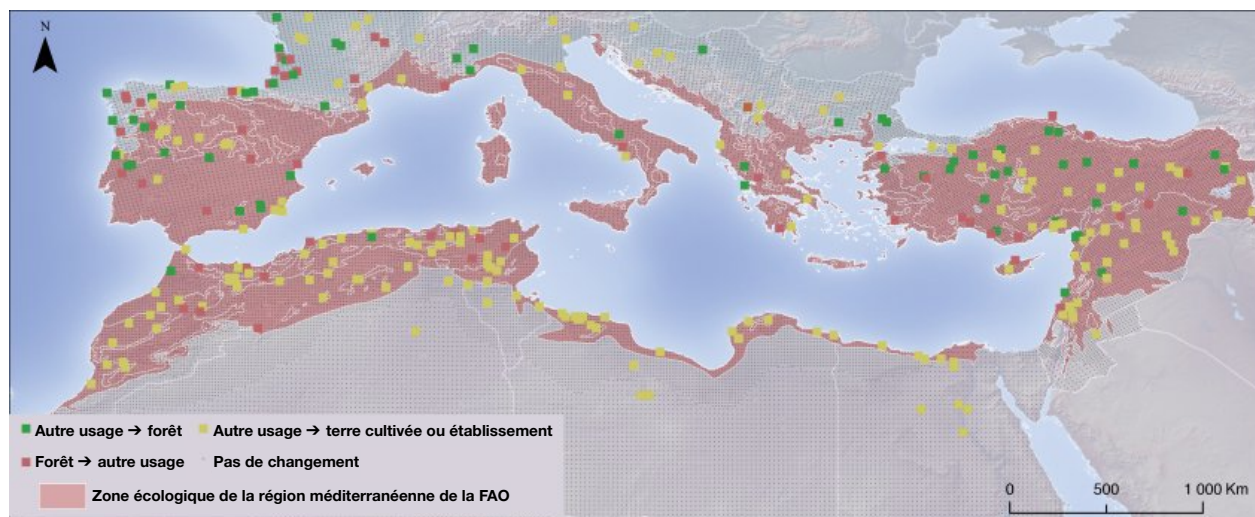


Figure 2.13. Carte des placettes du GDA montrant les principaux changements d'affectation des terres entre les années 2000 et 2015. Les utilisations des terres non forestières sont indiquées en vert. Les changements d'affectation des terres de la forêt vers d'autres usages sont indiqués en rouge. Les changements d'affectation vers les terres cultivées et les établissements humains sont indiqués en jaune. Les placettes dont l'utilisation des terres n'a pas changé sont indiquées par un point noir.

Certains pays ont déjà intégré la portée multidimensionnelle des inventaires et collectent des données sur les différentes caractéristiques des forêts (voir encadré 2.3 sur l'IFN espagnol). L'harmonisation des IFN au niveau régional serait une avancée utile afin d'obtenir des données sur les forêts méditerranéennes cohérentes à l'échelle régionale.

L'examen des surfaces forestières en région méditerranéenne au cours du temps nous a permis de conclure qu'il y a un léger accroissement net de la superficie forestière totale au niveau régional, même si de la déforestation a pu se produire localement dans certains pays méditerranéens. Cette conclusion doit être nuancée par plusieurs aspects qui seront traités dans les prochains chapitres : Est-ce que cette légère croissance de la superficie forestière se maintiendra dans le futur dans un contexte de changements globaux ? Est-ce que de la dégradation forestière a lieu en région méditerranéenne ? Cette dernière question est plus difficile à traiter que l'estimation des surfaces forestières car elle requiert une estimation précise de l'état des populations d'arbres et des structures forestières dans les zones classées comme forêts.

Encadré 2.3. L'inventaire forestier national espagnol multi-objectifs

Ces dernières décennies, les objectifs de la foresterie et de la gestion forestière ont glissé d'un centrage sur la production de bois vers une gestion durable des écosystèmes. La mise à disposition d'informations adéquates sur les forêts est essentielle pour la prise de décision par les gestionnaires forestiers et les responsables des politiques publiques. Afin de répondre à ces demandes d'informations supplémentaires, la portée des inventaires forestiers nationaux, qui constituent la principale source de données pour les estimations nationales et sur de vastes zones, a été étendue pour inclure de nouvelles variables.

Suite au troisième cycle de l'inventaire forestier national espagnol (SNFI3, 1997-2007), la décision a été prise de développer une méthodologie appropriée pour estimer la biodiversité forestière. Le quatrième cycle (SNFI4) s'est ainsi transformé en un inventaire à objectifs multiples, tout comme bon nombre d'autres inventaires forestiers nationaux en Europe. Les objectifs principaux du

SNFI4 peuvent être résumés comme suit: estimer les ressources en bois, la biomasse et les stocks de carbone, la biodiversité forestière, le statut de conservation et la production des produits forestiers non ligneux. La méthodologie a été développée en prenant en compte les spécificités forestières nationales, ainsi que les critères internationaux et les nouvelles initiatives.

L'estimation des indicateurs est menée selon le système de classification des caractéristiques nationales (Alberdi *et al.*, 2014) appliqué aux différents types forestiers (figure 2.14):

- Couverture du sol: mesure des pourcentages dans les unités d'échantillonnage correspondant aux différents types de couverture du sol (sol nu, litière, roche, etc.). De nombreux indicateurs peuvent être obtenus à partir de la couverture du terrain tels que la couverture moyenne, le nombre de placettes couvertes à plus de 75 pour cent par l'une des composantes et l'indice de Shannon-Weaver (Shannon, 1948), entre autres.
- Présence d'espèces invasives: une liste d'espèces invasives susceptibles d'être trouvées dans les zones forestières de chaque province suivie est élaborée. Ces espèces invasives sont ensuite inventoriées dans des sous-placettes de rayon 10 m, 5 m et 1 m pour les arbres, arbustes et herbacées, respectivement. De plus, la présence de ces espèces est enregistrée dans la placette de 25 m de rayon de l'IFN.
- Couverture végétale des formes de vie: la couverture totale des plantes herbacées, des fougères et de trois niveaux distincts d'arbustes est enregistrée pour définir la structure verticale du sous-bois.
- Mesures complémentaires de la structure du peuplement: du fait du dispositif d'échantillonnage en placettes circulaires concentriques (qui dépendent du diamètre des arbres et de la distance au centre de la placette), tous les arbres ne sont pas mesurés. Des mesures additionnelles sur la position des arbres et l'identification des espèces sont faites pour au moins 20 arbres. Ces informations additionnelles permettent le calcul de nombreux indicateurs horizontaux, verticaux ou mixtes ainsi que d'indices de voisinage.
- Bois mort: le SNFI mesure huit catégories de bois mort: les arbres morts sur pied (y compris les «chandelles», dhp > 7,5 cm, hauteur > 1,3 m), les arbres morts au sol (dhp > 7,5 cm), les jeunes arbres morts sur pied ou au sol (2,5 < dhp < 7,5 cm), les débris de bois mort et les branches mortes au sol (diamètre au bout fin > 7,5 cm, longueur > 30 cm), les souches (diamètre à mi-hauteur > 7,5 cm, hauteur totale < 1,3 m), les souches de taillis (diamètre représentatif à mi-hauteur > 7,5 cm, hauteur totale < 1,3 m) et les accumulations (diamètre d'une branche représentative à mi-longueur > 7,5 cm). L'inventaire considère les cinq classes de décomposition proposées par Hunter (1990) et Guby et Dobbertin (1996) et définit deux classes de bois mort additionnelles: bois mort creux (pour éviter la surestimation du volume) et bois récemment coupé (pour déduire la quantité probable de bois mort prélevée). À partir de cette information, le volume et la biomasse du bois mort peuvent être estimés.
- Micro-sites: identification et enregistrement d'éléments tels que des nids indiquant la naturalité de la placette, et d'autres éléments montrant l'activité humaine tels que la présence de bétail.
- Impact du broutage: le SNFI mesure l'impact du broutage dans une sous-placette de 10 m de rayon pour les espèces d'arbres et d'arbustes et de 5 m de rayon pour la régénération des arbres. Le couvert du houppier est utilisé pour chaque espèce comme variable pour approcher la disponibilité du matériel à brouter avec une précision de 1 pour cent. Le degré de broutage moyen, qui indique la consommation du matériel à brouter, est mesuré pour chaque espèce selon la méthode de classification à six niveaux proposée par Fernández-Olalla *et al.* (2006).

- Âge du peuplement: dans chaque placette, l'âge et la croissance en diamètre de l'arbre dominant mesuré sont déterminés grâce à une carotte extraite à une hauteur de 0,5 m au-dessus du sol. Ces données peuvent être utilisées pour établir des modèles diamètre-âge pour les espèces d'arbres dominantes et pour identifier les vieux arbres (Alberdi *et al.*, 2013).

De plus, un nouveau protocole de terrain a été développé pour estimer la quantité et la qualité du liège à partir des données du SNFI.

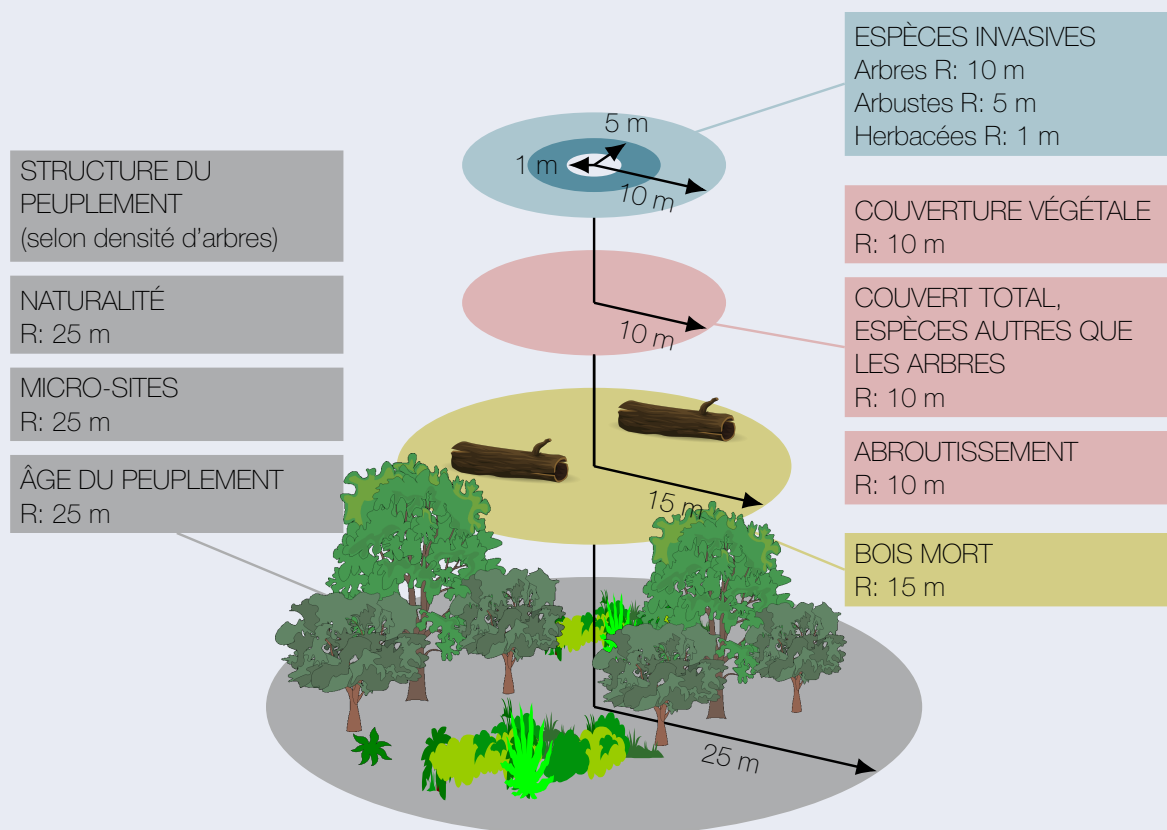


Figure 2.14. Les nouvelles mesures dans les placettes de l'inventaire forestier national espagnol